



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE

RAPPORT SOMMAIRE

CARTOGRAPHIE DE L'EXPOSITION DES SYSTÈMES SOCIO- ÉCONOMIQUES ET NATURELS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST AUX FACTEURS DE STRESS CLIMATIQUE CÔTIERS

OCTOBRE 2014

Ce rapport est rendu possible par le soutien du peuple américain, par l'intermédiaire de l'Agence américaine pour le développement international (USAID). Les contenus sont la seule responsabilité de Tetra Tech ARD et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de l'USAID ou du gouvernement des États-Unis.



ARCC



African and Latin American
Resilience to Climate Change Project

Ce rapport a été préparé par une équipe du Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) à l'Earth Institute de la Columbia University, à travers un contrat de sous-traitance à Tetra Tech ARD. Alex de Sherbinin a dirigé l'équipe, qui comprenait Tricia Chai-Onn, Malanding Jaiteh, Linda Pistoletti et Emilie Schnarr (analystes des systèmes d'information géographique [SIG]), ainsi que Valentina Mara (statisticienne).

Remerciements

Le CIESIN tient à remercier Bryan Jones du Baruch College de la City University of New York (CUNY), pour ses projections démographiques pour les 10 pays d'Afrique de l'Ouest inclus dans ce rapport. Sylwia Trzaska du CIESIN a fourni de précieuses suggestions aux premiers stades du développement de l'étude.

Image de couverture : Mangroves d'Afrique de l'Ouest, élévation du niveau de la mer et déforestation

Toutes les cartes, les entrées de données spatiales et les rapports/la documentation associés à cette étude de cartographie de vulnérabilité se trouvent sur le site <http://ciesin.columbia.edu/data/wa-coastal>.

La présente publication a été réalisée pour l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID) par Tetra Tech ARD, dans le cadre du Contrat à Quantité Indéterminée Prospérité, moyens de subsistance, et conservation des écosystèmes [Prosperity, Livelihoods, and Conserving Ecosystems (PLACE)], contrat USAID No. AID-EPP-I-00-06-00008, ordre de services No. AID-OAA-TO-11-00064.

Contacts Tetra Tech ARD :

Patricia Caffrey

Chef de mission

Résilience africaine et latino-américaine face au changement climatique (ARCC)

Burlington, Vermont

Tél. : 802 658-3890

Patricia.Caffrey@tetrattech.com

Anna Farmer

Chef de projet

Burlington, Vermont

Tél. : 802 658-3890

Anna.Farmer@tetrattech.com

RAPPORT SOMMAIRE

CARTOGRAPHIE DE L'EXPOSITION DES SYSTÈMES SOCIO-ÉCONOMIQUES ET NATURELS DE L'AFRIQUE DE L'OUEST AUX FACTEURS DE STRESS CLIMATIQUE CÔTIERS

RÉSILIENCE AFRICAINE ET LATINO-AMÉRICAINE FACE AU CHANGEMENT CLIMATIQUE
(ARCC)

OCTOBRE 2014

TABLE DES MATIERES

ACRONYMES ET ABRÉVIATIONS	iii
À PROPOS DE CETTE SÉRIE	iv
À PROPOS DES ÉTUDES SUR LA VULNÉRABILITÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET L'ADAPTATION EN AFRIQUE DE L'OUEST	iv
SOUS-SÉRIE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'EAU	iv
1.0 INTRODUCTION	1
2.0 RÉSUMÉ DES MÉTHODES ET DES RÉSULTATS	3
2.1 NIVEAUX D'EXPOSITION	3
2.2 EXPOSITION DES POPULATIONS, VULNÉRABILITÉ ET CAPACITÉ D'ADAPTATION	4
2.3 EXPOSITION DES SYSTÈMES ÉCONOMIQUES	6
2.4 SYSTÈMES NATURELS	9
3.0 CONCLUSIONS ET LIMITES	10
4.0 SOURCES	13

ACRONYMES ET ABREVIATIONS

ACE2	Altitudes corrigées par altimètre 2 (Altimeter Corrected Elevations 2)
ARCC	Résilience africaine et latino-américaine face au changement climatique
CESR	Center for Environmental Systems Research, université de Cassel
CIESIN	Center for International Earth Science Information Network
DESYCO	Système d'aide à la décision pour l'évaluation de l'impact côtier du changement climatique (Decision Support System for Coastal Climate Change Impact Assessment)
DIVA	Évaluation de la vulnérabilité dynamique et interactive (Dynamic Interactive Vulnerability Assessment)
OAD	Outil d'aide à la décision
ISE	Indice des systèmes économiques
PIB	Produit intérieur brut
SIG	Système d'information géographique
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique
UICN	Union Internationale pour la Conservation de la Nature et des ressources naturelles
LECZ	Zone côtière de basse altitude (Low-Elevation Coastal Zone)
SLR	Élévation du niveau de la mer (Sea-Level Rise)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSP4	Trajectoire socio-économique 4 (Shared Socioeconomic Pathway 4)
IVS	Indice de vulnérabilité sociale
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UNISDR	Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes
USAID	Agence américaine pour le développement International (United States Agency for International Development)
USD	Dollar américain
WDPA	Base de données mondiale sur les aires protégées (World Database of Protected Areas)
WWF	Fonds mondial pour la nature

À PROPOS DE CETTE SÉRIE

À PROPOS DES ÉTUDES SUR LA VULNÉRABILITÉ AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET L'ADAPTATION EN AFRIQUE DE L'OUEST

Ce document fait partie d'une série d'études réalisées par le projet Résilience africaine et latino-américaine face au changement climatique (ARCC), qui traite de l'adaptation aux changements climatiques en Afrique de l'Ouest. Ce document, compris dans les études de l'ARCC sur l'Afrique de l'Ouest, fait partie de la sous-série, le Changement climatique et les ressources en eau en Afrique de l'Ouest. L'ARCC a également développé les sous-séries l'Adaptation agricole au changement climatique dans le Sahel, le Changement climatique et les conflits en Afrique de l'Ouest et le Changement climatique au Mali.

SOUS-SÉRIE SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE ET L'EAU

À la demande de l'Agence des États-Unis pour le développement international (USAID), l'ARCC a entrepris des études sur l'eau en Afrique de l'Ouest pour mieux comprendre les impacts potentiels du changement climatique sur les ressources en eau en Afrique de l'Ouest et identifier des moyens pour soutenir l'adaptation à ces changements. D'autres documents dans la série le Changement climatique et les ressources en eau en Afrique de l'Ouest comprennent les Bassins hydrographiques transfrontaliers, Analyse côtière biophysique et institutionnelle et une Évaluation de la gestion des eaux souterraines.

1.0 INTRODUCTION

Les pays côtiers d'Afrique de l'Ouest sont diversifiés du point de vue ethnique, culturel et historique et présentent des niveaux de développement économique relativement disparates ; cependant, ils ont en commun une activité économique importante et une forte concentration de population dans la zone côtière. Un pourcentage élevé de la population de l'Afrique de l'Ouest est concentré dans des villes côtières vulnérables à l'élévation du niveau de la mer et le groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) estime que d'ici 2020, plus de 50 millions de personnes habiteront la côte entre le delta du Niger au Nigeria et la capitale du Ghana, Accra (Joiner *et al.*, 2012). L'Afrique de l'Ouest côtière sera confrontée à des degrés divers d'élévation du niveau de la mer (SLR) selon les affaissements ou les soulèvements de terrain. La région est déjà confrontée à des ondes de tempête avec des vents violents et des vagues intenses entraînant l'érosion côtière (Niang, 2012 ; Appeaning Addo, 2013) ; ce schéma est donc susceptible de s'étendre et peut-être de s'intensifier, par suite du réchauffement de la surface de la mer (Emanuel, 2005). Cette étude porte sur les populations et sur les systèmes économiques et naturels qui sont exposés à ces risques combinés liés à la mer, ainsi qu'aux inondations des principaux cours d'eau se jetant dans l'Atlantique. Nous excluons de notre analyse d'autres questions liées au changement climatique côtier, telles que le réchauffement de la surface de la mer et l'acidification des océans, qui auront également un impact sur la pêche et les moyens de subsistance dans les zones côtières.

Cette étude de cartographie sur la vulnérabilité climatique couvre les pays du Courant de Guinée, s'étendant de la Guinée-Bissau, au nord-ouest, au Cameroun, au sud-est. Dans ces cartes, nous identifions les modes d'exposition, la sensibilité ainsi que la capacité d'adaptation qui contribuent à des constellations spécifiques de vulnérabilité (de Sherbinin, 2014). Ici, une plus grande attention est donnée à l'exposition, bien que nous ne présentions pas les profils de vulnérabilité sociale et d'activité économique qui pourraient représenter des niveaux différents de sensibilité et de capacité d'adaptation.

La population combinée des 10 pays de la région est de 265 millions de personnes. Sept pour cent de cette population, soit 19 millions de personnes, vivent dans la zone côtière de basse altitude (LECZ), moins de 10 m au dessus du niveau de la mer (Center for International Earth Science Information Network [CIESIN], 2013). Près de la moitié de la population, soit 124 millions de personnes, vit à moins de 200 km de la côte (CIESIN, 2012). Bien qu'il y ait eu des évaluations des impacts probables de l'élévation du niveau de la mer et des ondes de tempête sur les zones côtières portant sur l'ensemble de l'Afrique (Hinkel *et al.*, 2012) et qu'une cartographie de vulnérabilité à plus grande échelle ait été réalisée pour le continent (Lopez-Carr *et al.*, 2014 ; Busby *et al.*, 2013 ; Thornton *et al.*, 2008), il n'y a eu aucune évaluation ciblée jusqu'à présent sur l'exposition probable des différents systèmes aux facteurs de stress liés à la mer dans les pays du Courant de Guinée. Cette étude cherche à combler cette lacune. La frange littorale allant de la Côte d'Ivoire au Nigeria est une région relativement basse à la croissance démographique rapide et au développement économique intense ; par conséquent, elle est particulièrement vulnérable aux impacts des ondes de tempête et à l'élévation du niveau de la mer futurs.

Un objectif fondamental de ce rapport sommaire est de fournir une version abrégée des méthodes et des résultats, afin d'accompagner les cartes format affiche qui ont été produites séparément. La section 2.0 du présent rapport fournit un résumé des méthodes et des résultats et la section 3.0 présentent les principaux résultats, ainsi qu'une évaluation des limites et les prochaines étapes potentielles. Pour une description plus détaillée, veuillez consulter le rapport complet (voir l'URL à l'intérieur la couverture), qui inclut une explication complète des méthodes, des résultats plus détaillés, un ensemble de cartes plus

vaste ainsi qu'une annexe comprenant une documentation sur les données. La même page Web propose les cartes format affiche à télécharger.

2.0 RESUME DES METHODES ET DES RESULTATS

Pour cette étude, nous avons dû mesurer quatre éléments :

- Niveaux d'exposition ;
- Exposition des populations, et leur vulnérabilité et capacité d'adaptation ;
- Exposition des systèmes économiques ; et
- Exposition des systèmes naturels.

Nous fournissons ici un résumé de chacune d'entre elles, l'une après l'autre.

2.1 NIVEAUX D'EXPOSITION

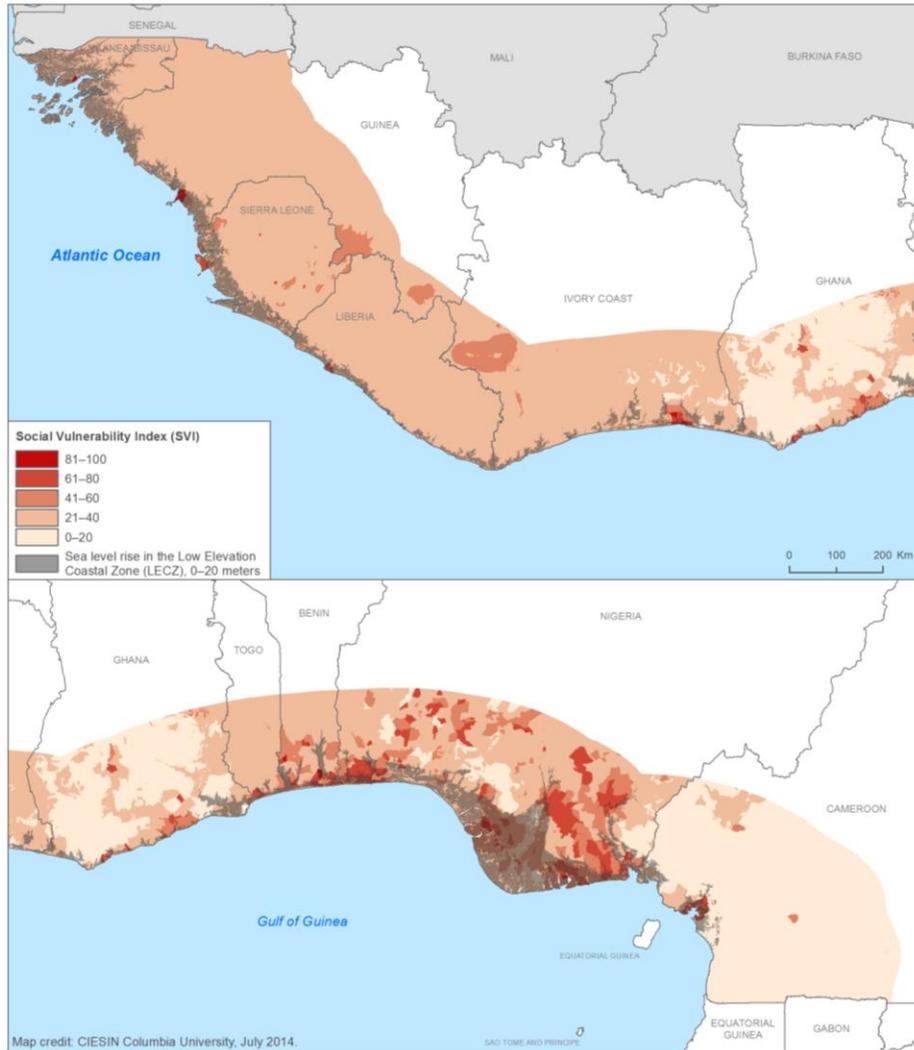
Dans cette étude, la zone côtière est définie comme une bande de 200 km depuis la côte vers l'intérieur des terres, une définition très large qui comprend les systèmes immédiatement exposés et ceux qui dépendent largement des systèmes économiques et naturels côtiers. Nous avons utilisé les meilleures données disponibles sur élévation côtière issues des altitudes corrigées par altimètre 2 (EC2) (Berry *et al.*, 2008) et sur les risques d'inondation (Programme des Nations Unies pour l'environnement/Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophes [PNUE/UNISDR], 2013) pour identifier les zones à risque potentiel d'inondation lié à l'élévation du niveau de la mer, aux ondes de tempêtes ou aux inondations des rives de fleuve. En l'absence d'études de modélisation plus détaillées évaluant le risque lié aux ondes de tempête et aux probables changements relatifs futurs du niveau de la mer pour l'Afrique de l'Ouest côtière, nous appelons les zones à risque face à l'élévation du niveau de la mer et aux ondes de tempête la LECZ, avec des bandes de SLR distinctes définies pour les cartes de format affiche (0 à 2, 2 à 4, 4 à 6, 6 à 10 et 10 à 20 mètres) et pour les cartes de rapport à plus petite échelle (0 à 5, 5 à 10 et 10 à 20 mètres). En raison des lacunes dans les données et des contraintes de temps, nous n'avons pu modéliser les combinaisons d'ondes de tempête et d'élévation du niveau de la mer. Une comparaison des données d'altitude ACE2 avec les estimations modélisées d'élévation du niveau de la mer/des ondes de tempête par Dasgupta *et al.* (2009), qui ont utilisé le modèle d'évaluation de la vulnérabilité dynamique et interactive (DIVA), a conclu que les résultats de la DIVA donnaient des altitudes plus élevées dans les zones boisées côtières, un problème connu de toutes les méthodes basées sur les données de la Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). Dans les zones à couverture forestière dense, la SRTM mesure la hauteur de la canopée, plutôt que l'altitude au niveau du sol. ACE2 utilise les données de l'altimètre radar pour corriger les données SRTM dans les milieux densément boisés, afin qu'elles reflètent plus fidèlement l'altitude du terrain. Nous estimons que l'altitude ACE2 permet d'établir des bandes approximatives de niveaux d'exposition qui sont adaptées à une approche à l'échelle régionale dans ce milieu côtier densément boisé.

2.2 EXPOSITION DES POPULATIONS, VULNERABILITE ET CAPACITE D'ADAPTATION

La vulnérabilité sociale est définie de différentes façons dans la documentation, et tout un éventail d'indices spatiaux a été créé pour représenter les divers profils de vulnérabilité (de Sherbinin, 2014). Chaque définition et approche a une fin différente. Notre but premier était de créer un indice de vulnérabilité sociale (IVS) à même de représenter l'exposition de la population aux impacts côtiers, ainsi que les niveaux de pauvreté, d'éducation et de conflits pouvant indiquer des niveaux plus élevés d'« impuissance ». Les indicateurs spatiaux comprenaient la densité de population (2010), la croissance démographique (entre 2000 et 2010), la pauvreté infranationale et l'extrême pauvreté (2005), les niveaux d'éducation maternelle (vers 2008), l'accessibilité du marché (durée du trajet jusqu'aux marchés) et des données de conflit pour la violence politique (entre 1997 et 2013). Des valeurs élevées sur l'échelle brute pour chacun des indicateurs entraînent des scores de vulnérabilité plus élevés sur l'échelle de 0 à 100. Une moyenne des indicateurs a été effectuée, l'éducation maternelle recevant une double pondération (la raison pour cela est fournie dans le rapport complet), pour produire l'IVS global (graphique 2.1). La combinaison d'une forte densité de population, d'une croissance démographique élevée et de conflit fait du Delta du Niger et de Lagos des « points chauds » de vulnérabilité au sein de la LECZ. Abidjan (Côte d'Ivoire) apparaît également comme un point chaud, bien que la violence politique là-bas ait largement disparu depuis 2011. D'autres zones de vulnérabilité importante sur la côte incluent Conakry (Guinée), Freetown (Sierra Leone), Accra et Cape Coast (Ghana), Cotonou (Bénin) et Douala (Cameroun).

En collaboration avec des collègues du Baruch College, le CIESIN a également élaboré des projections spatialement explicites de la population de la région d'ici 2050, en utilisant des hypothèses contenues dans la Trajectoire socio-économique 4 (SSP4) (O'Neill *et al.*, 2014), qui reflète un monde divisé avec une migration importante des zones rurales vers les villes (graphique 2.2). Le tableau 2.1 fournit la projection de la population à l'horizon 2050 dans les trois bandes de LECZ, 0 à 5, 5 à 10 et 10 à 20 m. Selon ces projections, l'augmentation de la population exposée est phénoménale : il y a plus qu'un triplement de la population dans la bande de LECZ de 0 à 5 m entre 2010 et 2050, passant de 15,4 à 56,6 millions de personnes, avec 73 % du total (41,5 millions) au Nigeria. Pour la LECZ au sens large, quelque 115 millions de personnes dans la région vivront à une altitude comprise entre 0 et 20 m, contre 33 millions aujourd'hui.

GRAPHIQUE 2.1 : INDICE DE VULNERABILITE SOCIALE



GRAPHIQUE 2.2 : MODIFICATION DE LA POPULATION ENTRE 2010 ET 2050

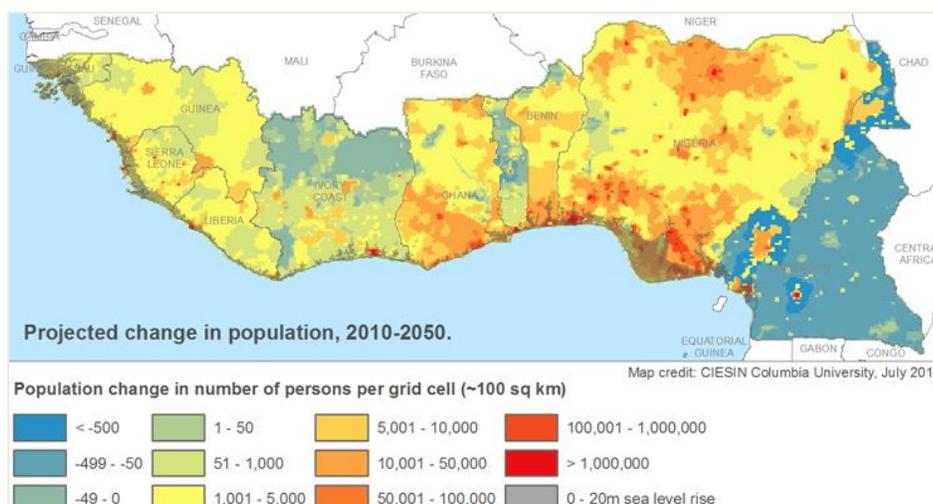


TABLEAU 2.1 : PROJECTION DE LA POPULATION DE LA LECZ A L'HORIZON 2050

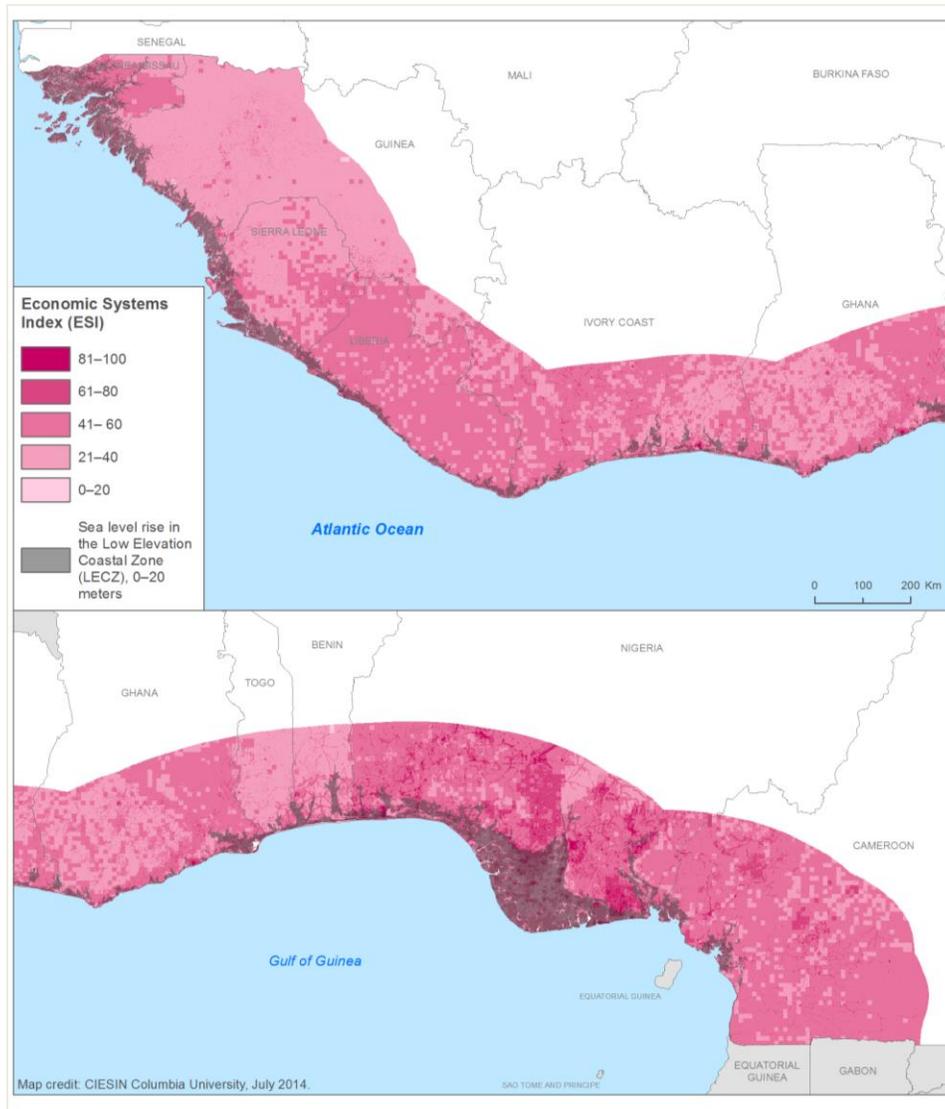
Pays	Zone côtière de basse altitude			Total
	0 à 5 m	5 à 10 m	10 à 20 m	
Bénin	2 302 618	532 252	755 612	3 590 482
Cameroun	1 692 305	1 174 391	1 178 763	4 045 458
Ghana	864 562	527 778	1 613 495	3 005 835
Guinée	1 731 232	204 946	342 059	2 278 237
Guinée-Bissau	510 810	227 061	460 644	1 198 515
Côte d'Ivoire	1 690 100	583 759	856 590	3 130 450
Liberia	4 797 432	1 013 893	608 597	6 419 923
Nigeria	41 577 719	18 459 392	28 316 341	88 353 452
Sierra Leone	499 025	225 713	371 710	1 096 447
Togo	988 469	581 211	852 616	2 422 296

2.3 EXPOSITION DES SYSTEMES ECONOMIQUES

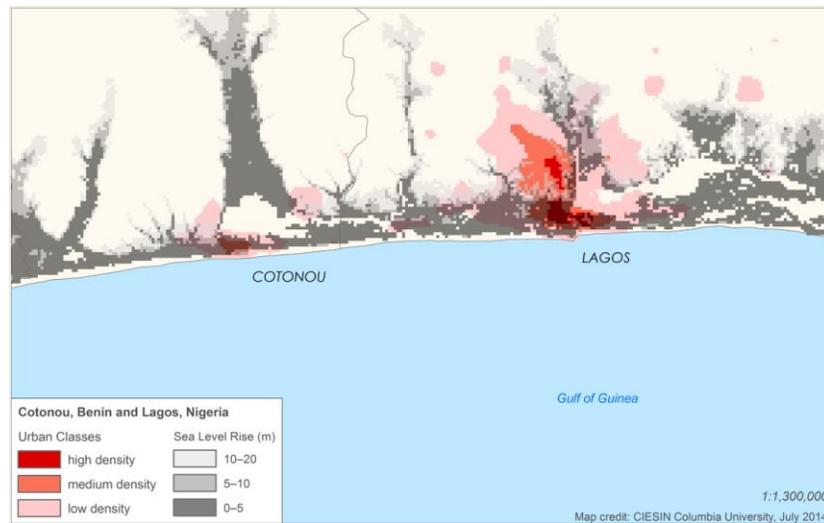
Pour mesurer l'exposition des systèmes économiques, nous avons créé un Indice des systèmes économiques (ISE), dont le but était de montrer les niveaux relatifs d'activité économique qui seraient exposés à des risques liés à la mer. L'ISE comprend les indicateurs suivants : produit intérieur brut (PIB) (données maillées) ; agglomérations urbaines ; et une combinaison des productions de cacao, noix de coco, huile de palme, caoutchouc et bananes (tonnes métriques). Pour les cultures, nous nous sommes concentrés sur les cultures d'exportation à forte valeur ajoutée plutôt que sur les céréales. Pour chacun des indicateurs, des valeurs élevées sur l'échelle brute entraînent des scores plus élevés d'ISE sur l'échelle de 0 à 100 (graphique 2.3). Il y a des niveaux très élevés d'exposition économique dans le Delta du Niger, à Lagos et à Cotonou (Bénin), et des niveaux légèrement inférieurs à Lomé, Accra, Abidjan, Monrovia, Freetown et Conakry. Le graphique 2.4 offre un gros plan des niveaux d'exposition à Lagos et à Cotonou. À l'aide de l'ensemble de données maillées du PIB, nous avons calculé le PIB dans la bande de 0 à 5 m et trouvé qu'il y a approximativement 5,5 milliards de dollars américains (USD) d'activité économique au Nigeria, 10 fois l'exposition économique des pays les plus exposés suivants, le Bénin et la Côte d'Ivoire, avec environ 0,5 milliard de dollars américains chacun. En plus de l'ISE, nous avons superposé les agglomérations urbaines et le réseau routier d'Afrique de l'Ouest avec la LECZ et les couches de risque

d'inondation, pour évaluer les zones urbaines et les réseaux routiers à risque potentiel d'inondation (graphique 2.5). Les réseaux routiers le long de la côte entre la Côte d'Ivoire et Lagos sont particulièrement à risque d'une inondation côtière. Bien que la résolution des données sur les risques inondation soit relativement grossière, le profil général montre que le risque d'inondation est plus élevé en Sierra Leone, dans l'ouest du Ghana, dans le Togo côtier, au Bénin et près de Lagos, au Nigeria. Ceci suggère que les routes pourraient être régulièrement inondées ou emportées avec une combinaison de fortes précipitations et d'ondes de tempête.

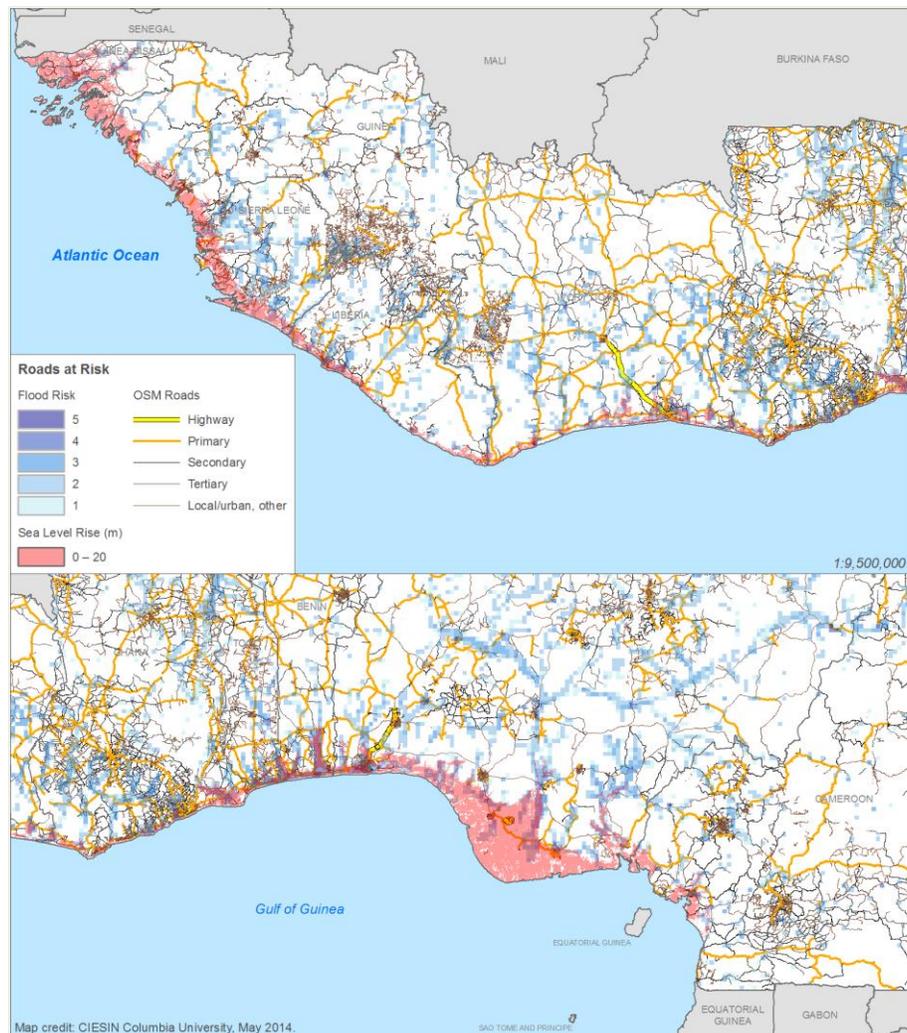
GRAPHIQUE 2.3 : INDICE DES SYSTEMES ECONOMIQUES (ISE)



GRAPHIQUE 2.4 : ZONES URBAINES ET LECZ ENTRE LAGOS ET COTONOU



GRAPHIQUE 2.5 : RESEAU ROUTIER, RISQUE D'INONDATION ET LA LECZ

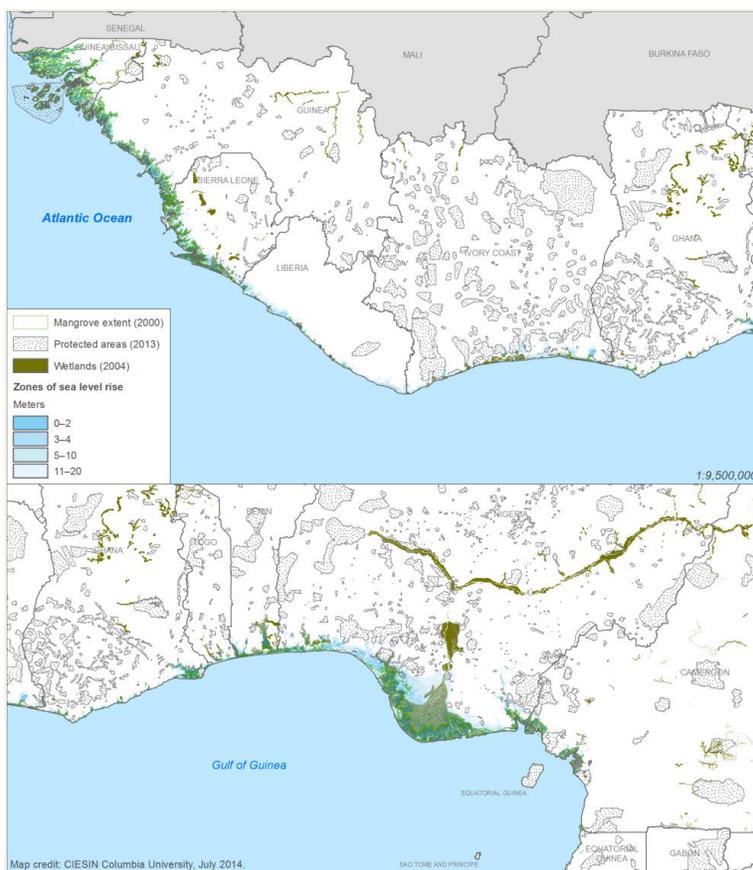


2.4 SYSTEMES NATURELS

Pour les systèmes naturels, nous nous sommes intéressés à l'intersection des risques liés à la mer avec les forêts de mangroves (Giri *et al.*, 2010), à la perte de couvert forestier entre 2000 et 2012 (Hansen *et al.*, 2013), aux zones humides de la Global Lakes and Wetlands Database : Lakes and Wetlands Grid (Fonds mondial pour la nature [WWF]) et Center for Environmental Systems Research, université de Cassel [CESR], 2013 et aux mammifères, amphibiens et oiseaux menacés d'après la base de données de l'Union internationale pour la Conservation de la Nature et des ressources naturelles (UICN). Nous n'avons pas créé d'indice pour les systèmes naturels, car il n'existait pas de moyen logique de le faire. Le graphique 2.6 présente la carte des zones humides (y compris le contour des mangroves) ainsi que des zones protégées de la Base de données mondiale sur les aires protégées (WDPA). En général, les mangroves seront très sensibles aux effets de l'élévation du niveau de la mer, car elles prospèrent dans les eaux saumâtres qui se trouvent au niveau de la mer, ou juste au-dessus (Ellison et Zouh, 2012). Le degré auquel les mangroves, les herbiers marins, les marais et les estuaires peuvent migrer vers l'intérieur des terres quand le niveau de la mer s'élève sera en partie déterminé par le degré de protection autour de la zone humide plus vaste (de Sherbinin *et al.*, 2012) et de la zone tampon entre le système naturel et l'environnement bâti. Les îles Bijagos de Guinée-Bissau ont la meilleure protection (bien que la capacité de gestion puisse être limitée) ; en dehors de ce parc, le reste de l'Afrique de l'Ouest ne compte que quatre petites aires marines protégées en Côte d'Ivoire et une dans le Delta du Niger.

Dans le rapport complet, il y a aussi des cartes illustrant les zones qui connaissent des taux élevés de déforestation, ainsi que d'autres montrant les zones à forte concentration d'espèces menacées (mammifères, oiseaux et amphibiens).

FIGURE 2.6 : ZONES HUMIDES, ZONES PROTEGEES ET LA LECZ



3.0 CONCLUSIONS ET LIMITES

Cette étude préliminaire de la vulnérabilité côtière en Afrique de l'Ouest met en évidence un certain nombre de zones de grande vulnérabilité et à risque élevé, mais également quelques limites, en raison d'une combinaison d'échelle de cartographie, de lacunes dans les données et d'incertitudes. En tenant compte de cela, les zones fortement peuplées et à exposition économique et sociale importante dans la LECZ comprennent le Delta du Niger, Lagos et Cotonou, au Bénin. Cela a à voir avec le développement urbain et économique intense dans ces zones. Les projections indiquent que la population du Nigeria et du Bénin dans la bande de 0 à 20 m pourrait passer de 22 millions d'habitants aujourd'hui à 92 millions en 2050. Dans le Delta, ces profils sont associés à l'exploitation de pétrole et de gaz et à des niveaux élevés de pauvreté et de conflits. Les lignes côtières ont tendance à s'élever de manière plus abrupte dans les parties occidentales de la région, de la Guinée au Liberia, ce qui entraîne des niveaux inférieurs d'exposition globale. La Côte d'Ivoire, le Ghana et le Togo se situent quelque part entre ces deux extrêmes. Accra, par exemple, a l'avantage d'être en grande partie à l'extérieur de la LECZ d'altitude 20 m. La Guinée-Bissau a une altitude faible, mais est peu peuplée avec très peu d'actifs économiques exposés. Dans l'ensemble, la combinaison des conflits armés, des actifs économiques et de la densité de la population (à Lagos, Benin City, Delta et Port Harcourt) et les projections de croissance démographique placent le Nigeria en haut de la liste des pays à forte exposition en Afrique de l'Ouest. En ce qui concerne les systèmes naturels, les mangroves côtières, les marais salés, les estuaires et les lagunes de l'Afrique de l'Ouest sont très vulnérables aux facteurs de stress liés à la mer tout en offrant en même temps une capacité de faire tampon contre les ondes de tempête. Ces systèmes sont actuellement sous-protégés.

En ce qui concerne les limites, l'échelle et la résolution spatiale des cartes de vulnérabilité représentent un niveau relativement grossier d'analyse qui masque les détails substantiels sous-régionaux et locaux. Alors que la plupart des données sont disponibles à une résolution de 30 secondes d'arc (env. 1 km² à l'Équateur), le processus d'inondation côtière fonctionne évidemment à des résolutions beaucoup plus fines. Des évaluations à l'échelle urbaine nécessiteraient des données spatiales de résolution plus élevée, comme les 3 secondes d'arc des grilles d'altitude de l'ACE2 (ou mieux encore, les données d'altitude du LIDAR) et des ensembles de données détaillés sur les rues, les infrastructures et les constructions.

Les lacunes des données sont un problème chronique dans n'importe quel exercice de cartographie de vulnérabilité, et ce problème est exacerbé lorsqu'il y a un besoin d'ensembles cohérents de données couvrant de vastes régions et plusieurs pays. Les données suivantes auraient été utiles pour la présente analyse, mais n'ont pu être trouvées :

- Données d'exposition :
 - Taux spatialement explicites d'élévation relative du niveau de la mer depuis 1950 ;
 - Projections spatialement explicites d'élévation du niveau de la mer de 2050 à 2100 ; et
 - Données détaillées bathymétriques, de topographie côtière et de champs de vent pour modéliser les ondes de tempête.
- Données de vulnérabilité sociale :
 - Données de meilleure résolution sur la pauvreté et la capacité d'adaptation.
- Données d'infrastructure :

- Centrales électriques ;
- Installation industrielles ; et
- Données routières complète et précises du point de vue spatial.
- Données sur les systèmes naturels :
 - Aires de nidification d'oiseaux ;
 - Zones à fort endémisme ;
 - Zones de perte d'habitat (partiellement connues par les données sur la déforestation) ; et
 - Taux d'érosion côtière.

Il y a un certain nombre d'incertitudes inhérentes à toute évaluation de ce genre. Certaines des incertitudes concernent la précision spatiale et la précision des mesures, la validité et la fiabilité des données prises en compte. Si nous avons voulu conserver un sous-ensemble de données relativement sélectif ayant une précision plus élevée (par exemple, en comparant plusieurs ensembles de données le cas échéant), certaines données ont des niveaux d'incertitude inconnus (par exemple, les cartes de répartition des espèces, les décomptes de pauvreté et le PIB). Il existe également des incertitudes inhérentes à la création d'indices pour l'IVS et l'ISE, comme des incertitudes dans les seuils pour certaines valeurs sur l'échelle brute et dans la forme fonctionnelle des relations entre les indicateurs qui composent ces indices (Baptista, 2014 et de Sherbinin, 2014). Nous n'avons pas de preuves empiriques qui nous permettraient de déterminer des indicateurs pour n'importe quel niveau de vulnérabilité « absolue ». La vulnérabilité est une construction, le résultat d'interactions complexes dans le système constitué du couple être humain/environnement. Il est plus facile d'observer les conséquences d'un choc majeur que de mesurer au préalable. Étant donné que nous ne comprenons pas totalement la forme fonctionnelle de la relation entre les indicateurs, suivant la pratique habituelle, nous supposons une relation linéaire entre les indicateurs d'intrants et les indices. Mais en réalité, il pourrait y avoir des effets de seuil (c.-à-d., au-delà d'une certaine valeur pour un indicateur, le système est très vulnérable), ou la relation pourrait être asymptotique (c.-à-d. au-delà d'un certain niveau, une augmentation supplémentaire d'une unité dans une valeur de l'indicateur pourrait réduire l'impact sur la vulnérabilité).

Pour les prochaines étapes, il est utile d'envisager l'élaboration d'études d'impact avec une résolution spatiale plus grande pour certaines zones sélectionnées comme étant particulièrement préoccupantes en raison de leur importance pour la conservation de la biodiversité ou l'exposition des populations ou des actifs économiques. Les études d'impact varient dans leur sophistication, depuis de simples analyses de superposition identifiant la population ou la superficie exposée à des risques de magnitude différente (avec une cartographie explicite de la zone, non de la magnitude), jusqu'aux approches de modélisation basées sur les fonctions de distribution de probabilité pour des événements de magnitude différente qui incluent une modélisation des dommages et des courbes de coûts. Une approche serait d'utiliser une DIVA, mais en se limitant à des segments spécifiques de la côte contenant des agglomérations de plus de 0,5 million ou 1 million d'habitants, en analysant les résultats en s'intéressant plus particulièrement aux réponses d'adaptation urbaine. Un certain nombre de cadres et d'outils d'évaluation du risque à l'échelle urbaine sont disponibles et peuvent être appliqués et adaptés au contexte régional (par exemple, Moench *et al.*, 2011 ; Dickson *et al.*, 2012). Au lieu d'une DIVA, on pourrait considérer le Système d'aide à la décision pour l'évaluation de l'impact côtier du changement climatique (DESYCO, Torresan *et al.*, 2012) en mettant principalement l'accent sur les impacts sur les infrastructures et les écosystèmes. Une autre option pourrait être d'adopter une approche sectorielle, en mettant l'accent sur un élément particulièrement important de l'infrastructure économique pour les populations urbaines (par exemple, la production d'électricité, l'approvisionnement en eau ou les infrastructures routières) et d'évaluer les effets probables sur ces secteurs de conditions climatiques extrêmes (inondations, ondes de tempête ou

sécheresse) ou des projections de tendances à plus long terme. Cette approche exigerait des données d'entrée de meilleure qualité que celles disponibles pour cette étude.

Un outil d'aide à la décision spatiale ([OAD] ou système de cartographie) pour la planification de l'adaptation au climat côtier de l'Afrique de l'Ouest pourrait être utile à un éventail de décideurs de la région. Un objectif majeur d'un tel système serait de favoriser une compréhension commune des risques climatiques dans la région, à travers plusieurs parties prenantes et fondée sur les meilleures connaissances scientifiques et données, afin d'appuyer une prise de décision éclairée relative à l'adaptation climatique. Bien que la planification d'adaptation climatique ait déjà lieu dans la région, au moins dans une certaine mesure, ces processus de planification ne sont pas toujours guidés par des données scientifiques solides et peuvent ne pas être fondées sur une vision réaliste des projections de population et d'activité économique. L'OAD n'est pas tant un « produit final » qu'un processus de construction d'un système, tout en travaillant avec les parties prenantes de manière itérative. Il doit soutenir un examen transparent de la manière dont les risques, les réponses et les résultats sont liés à travers de multiples secteurs, administrations multiples et groupes de parties prenantes.

4.0 SOURCES

- Appeaning Addo, K. (2013). Assessing coastal vulnerability index to climate change: the case of Accra – Ghana. *Journal of Coastal Research*, 65, 1892-1897. Disponible sur : 10.2112/si65-320.1
- Berry, P. A. M., Smith, R., et Benveniste, J. (2008). ACE2: The New Global Digital Elevation Model. Colloque international de l'AIG « Gravity, Geoid & Earth Observation 2008 », Chania, Crète, du 23 au 27 juin 2008.
- Baptista, S. (2014). *Design and Use of composite indices in assessments of climate change vulnerability and resilience*. Étude technique pour la projet Résilience africaine et latino-américaine face au changement climatique (ARCC) de USAID. Washington, DC : USAID.
- Busby, J. W., Smith, T. G., White, K. L., et Strange, S. M. (2013). Climate change and insecurity: Mapping vulnerability in Africa. *International Security*, 37(4), 132-172. Disponible sur : 10.1162/ISEC_a_00116
- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN) Université Columbia. (2013). Low Elevation Coastal Zone (LECZ) Urban-Rural Population and Land Area Estimates, Version 2. Palisades, NY: Centre de données et applications socio-économiques (SEDAC, Socioeconomic Data and Applications Center) de la NASA.
- Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Université Columbia, (2012). National Aggregates of Geospatial Data: Population, Landscape and Climate Estimates, v3 (PLACE III), Palisades, NY: Centre de données et applications socio-économiques (SEDAC, Socioeconomic Data and Applications Center) de la NASA.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Murray, S., et Wheeler, D. (2009). *Sea-level rise and storm surges: A Comparative analysis of impacts in developing countries*. Document de travail et de recherche de la Banque mondiale sur les politiques n° 4901.
- de Sherbinin, A. (2014). *Spatial climate change vulnerability assessments: A review of data, methods and issues*. Étude technique pour la projet Résilience africaine et latino-américaine face au changement climatique (ARCC) de USAID. Washington, DC : USAID.
- de Sherbinin, A., Lacko, A., et Jaiteh, M. (2012). Evaluating the risk to Ramsar Sites from climate change induced sea-level rise. *Ramsar Convention on Wetlands of International Importance Scientific and Technical Review Panel (STRP) briefing note no. 5*. Gland, Suisse: Secrétariat Ramsar.
- Dickson, E., Baker, J. L., Hoornweg, D., et Tiwari, A. (2012). Urban risk assessments: Understanding disaster and climate risk in cities. Washington, D.C.: Banque mondiale.
- Ellison, J., et Zouh, I. (2012). Vulnerability to climate change of mangroves: assessment from Cameroon, Central Africa. *Biology*, 1(3), 617-638. Disponible sur : 10.3390/biology1030617
- Emanuel, K. (2005). Increasing destructiveness of tropical cyclones over the past 30 years. *Nature* 436, 686-688. Disponible sur : 10.1038/nature03906
- Giri, C., Ochieng, E., Tieszen, L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T., . . . Duke, N. (2010). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159. Disponible sur : 10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x

- Hansen, M. C., Potapov, P. V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S. A., Tyukavina, A., ... Townshend, J. R. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. [Research Support, Non-U.S. Gov't, Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Science*, 342(6160), 850-853. Disponible sur : 10.1126/science.1244693
- Hinkel, J., Brown, S., Exner, L., Nicholls, R. J., Vafeidis, A. T., et Kebede, A. S. (2012). Sea-level rise impacts on Africa and the effects of mitigation and adaptation: an application of DIVA. *Regional Environmental Change*, 12(1), 207-224. Disponible sur : 10.1007/s10113-011-0249-2
- Joiner, E., Kennedo, D., et Sampson, J. (2012). Vulnerability to climate change in West Africa: Adaptive capacity in the regional context. Dans J. W. Busby, K. L. White et T. G. Smith (Eds.), *Student Working Paper No. 4: CCAPS: Climate Change and African Political Stability*.
- López-Carr, D., Pricope, N. G., Aukema, J. E., Jankowska, M. M., Funk, C., Husak, G., et Michaelsen, J. (2014). A spatial analysis of population dynamics and climate change in Africa: Potential vulnerability hot spots emerge where precipitation declines and demographic pressures coincide. *Population & Environment*, 35:323–339.
- Moench, M., Tyler, S., et al. (2011), Catalyzing urban climate resilience: Applying resilience concepts to planning practice in the Asia Cities Climate Change Research Network (ACCCRN Program) (2009–2011), 306 pp, ISET-Boulder: Bangkok.
- Niang, I. (2012). Coastal erosion and the adaptation to climate change in coastal West Africa. *Adaptation and Mitigation Strategies*, 249-250.
- O'Neill, B. C., Kriegler, E., Riahi, K., Ebi, K.L., Hallegatte, S., et al. (2014). A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. *Climatic Change*, 122(3):387-400.
- Thornton, P. K., Jones, P. G., Owiyo, T., Kruska, R. L., Herrero, M., Orindi, V., Bhadwal, S., Kristjanson, P., Notenbaert, A., Bekele, N., et Omolo, A. (2008). Climate change and poverty in Africa: Mapping hotspots of vulnerability. *AffARE*, 2(1) Mars 2008.
- Torresan, S., Gallina, V., Giannini, V., Rizzi, J., Zabeo, A., Critto, A., Marcomini, A.(2012). DESYCO: A decision support system to provide climate services for coastal stakeholders dealing with climate change impacts. Compte rendu de l'assemblée générale 2012 de l'EGU, qui s'est tenue du 22 au 27 avril 2012 à Vienne, en Autriche
- PNUE/UNISDR. (2013). Global estimated risk index for flood hazard. Châtelaine, Genève PNUE/Division de l'alerte rapide et de l'évaluation/Base de donnée sur les ressources mondiales (GRID)-Europe.
- WWF et CESR (Fonds mondial pour la nature et le Center for Environmental Systems Research, université de Cassel). (2004). The Global Lakes and Wetlands Database (Level 3). Disponible sur <http://worldwildlife.org/publications/global-lakes-and-wetlands-database-lakes-and-wetlands-grid-level-3>.

Agence des États-Unis pour le développement international (USAID)

1300 Pennsylvania Avenue, NW

Washington, DC 20523

Tél. : (202) 712-0000

Fax : (202) 216-3524

www.usaid.gov